

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-187553

(P2001-187553A)

(43) 公開日 平成13年7月10日 (2001.7.10)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト(参考)
B 6 0 R 21/00	6 2 8	B 6 0 R 21/00	6 2 8 D
	6 2 1		6 2 1 C
			6 2 1 J
			6 2 1 M
	6 2 6		6 2 6 C

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-319959(P2000-319959)

(22) 出願日 平成12年10月19日 (2000. 10. 19)

(31) 優先権主張番号 特願平11-299637

(32) 優先日 平成11年10月21日 (1999. 10. 21)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 安井 伸彦

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 飯阪 篤

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100098291

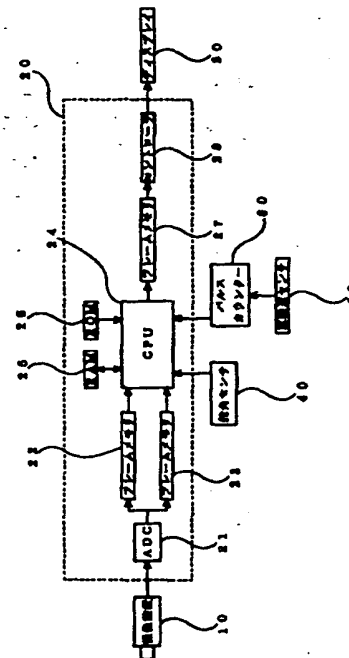
弁理士 小笠原 史朗

(54) 【発明の名称】 駐車支援装置

(57) 【要約】

【課題】 車両へのカメラの取り付けが容易であり、画像処理に要する計算量も少なく、運転者に障害物との距離を確実に伝達できる駐車支援装置を提供する。

【解決手段】 駐車支援装置は、車両に搭載されており、単眼の撮像装置10と画像処理装置20とディスプレイ30と舵角センサ40と車輪速センサ50とパルスカウンタ60とを備えている。ADC21は、撮像装置10で撮像した異なる2地点のアナログ画像をデジタル画像に変換し、フレームメモリ22および23に送る。CPU24は、上記デジタル画像データと上記車両の移動データとを用いて、立体物を特定したデータと上記車両から上記立体物までの距離とを算出し、それらのデータを付加した上方からの鳥瞰図画像に変換する。上記鳥瞰図画像は、フレームメモリ27で記憶され、コントローラ28で制御される表示タイミングにしたがってディスプレイ30に出力される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 駐車時に車両周辺を撮像し、その撮像された画像から前記車両周辺の立体物の情報を運転者に伝達する駐車支援装置であって、

前記車両の移動中に、単一のカメラによって、異なる第1および第2の地点での周辺画像を、時系列的に視差付けされた第1および第2の画像として撮像する撮像装置と、

前記第1および第2の画像から、それぞれの画像に撮像された前記立体物を検出し特定する立体物特定部と、

前記第1の地点から前記第2の地点までの前記車両の移動データを算出する車両位置算出部と、

前記立体物の前記第1および第2の画像上での位置と、

前記車両の移動データとを用いて、前記車両から前記立体物までの距離を算出する立体物距離算出部と、

前記撮像装置によって撮像された画像および前記立体物距離算出部で算出されたデータに基づいて、前記運転者に伝達するための第3の画像を生成する画像生成部とを備えた、駐車支援装置。

【請求項2】 前記立体物距離算出部は、

前記第1および第2の画像から、それぞれの画像に撮像された前記立体物のエッジを検出し、

前記第1および第2の画像に撮像された同一の前記エッジの座標データと、前記車両の移動データとを用いて、前記車両から前記立体物のエッジまでの距離を算出する、請求項1に記載の駐車支援装置。

【請求項3】 前記立体物距離算出部は、

前記車両の移動データを用いて、前記第1および第2の画像に撮像された同一の前記エッジの位置を予想し、予想される前記エッジの位置を画像分析することにより同一の前記エッジを検出する、請求項2に記載の駐車支援装置。

【請求項4】 前記画像生成部は、

前記撮像装置で撮像された画像を前記車両上方からの鳥瞰図画像に変換し、

前記鳥瞰図画像に、前記立体物距離算出部で算出されたデータを付加して前記第3の画像を生成する、請求項1に記載の駐車支援装置。

【請求項5】 前記画像生成部は、前記立体物距離算出部で算出されたデータの中から、前記車両に近い部位を視覚的に強調することを特徴とする、請求項4に記載の駐車支援装置。

【請求項6】 前記画像生成部は、前記立体物距離算出部で算出されたデータを立体物モデルに変換した後、前記鳥瞰図画像に前記立体物モデルを付加して前記第3の画像を生成する、請求項4に記載の駐車支援装置。

【請求項7】 前記画像生成部は、前記第3の画像に前記車両のモデルをさらに付加することを特徴とする、請求項4に記載の駐車支援装置。

【請求項8】 前記立体物特定部は、

前記第1の画像を前記第2の地点に射影変換した第4の画像を生成し、

前記第4の画像と前記第2の画像との差分により、前記立体物を検出し特定する、請求項1に記載の駐車支援装置。

【請求項9】 前記立体物特定部は、

前記第2の画像を前記第1の地点に射影変換した第4の画像を生成し、

前記第4の画像と前記第1の画像との差分により、前記立体物を検出し特定する、請求項1に記載の駐車支援装置。

【請求項10】 前記車両の移動データは、前記車両の直線移動距離と前記車両の回転角度とを含み、

前記車両位置算出部は、前記車両に取り付けられた舵角センサとパルスカウンタを介した車輪速センサとのデータに基づいて、前記移動距離と前記回転方向とを算出する、請求項1に記載の駐車支援装置。

【請求項11】 前記撮像装置は、前記車両の後方に向けて取り付けられる、請求項1に記載の駐車支援装置。

【請求項12】 前記第3の画像を、前記運転者に伝達するディスプレイをさらに備える、請求項1に記載の駐車支援装置。

【請求項13】 前記立体物距離算出部で算出される前記車両から前記立体物までの距離が、予め設定された距離より短いときに、音を発生するスピーカ装置をさらに備える、請求項1に記載の駐車支援装置。

【請求項14】 前記立体物距離算出部で算出される前記車両から前記立体物までの距離が、予め設定された距離より短いときに、光を発生する発光装置をさらに備える、請求項1に記載の駐車支援装置。

【請求項15】 前記撮像装置は、前記車両の運転者の手動操作にตอบสนองして撮像を開始する、請求項1に記載の駐車支援装置。

【請求項16】 前記撮像装置は、予め設定された走行速度に前記車両が減速したときに撮像を開始する、請求項1に記載の駐車支援装置。

【請求項17】 前記撮像装置は、前記車両が後退するときに撮像を開始する、請求項1に記載の駐車支援装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、車両周辺を画像で認識することにより車両の駐車を支援する装置であり、より特定的には、車両から撮像された画像により立体物までの距離を算出し、車両周辺の情報を運転者に伝達する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、自動車等の車両においては、その車両周囲の障害物を検知し、上記障害物に衝突する危険度を判定して運転者に警報を発したり、上記障害物との

距離を運転者に示したり、その距離に応じて自動的にブレーキを作動させて上記車両を停止させる等の技術が考えられている。上記障害物の検知手段の1つとして、車両に搭載されたカメラで撮像された画像による画像認識技術を用いた距離検出装置がある。この距離検出装置の一例として、特開平5-114099号公報で開示された技術がある。以下、当該距離検出装置について説明をする。

【0003】図11および図12は、特開平5-114099号公報で開示された距離検出装置を示す図である。なお、図11は、カメラと被写体との関係を示す図であり、図12は、当該距離検出装置のブロック図である。以下、図11および図12を用いて、当該距離検出装置の説明を行う。

【0004】当該距離検出装置では、自動車等の車両に車外の設定範囲内の対象を撮像する撮像系としてステレオ光学系が取り付けられる。このステレオ光学系は、例えば電荷結合素子(CCD)等の固体撮像素子を用いた複数のカメラにより構成され、それぞれ上記車両の車室内天井前方に取り付けられる。ここでは、上記カメラを2つで構成し、上記車両前方に向かって右側のカメラを右カメラ、左側を左カメラとして説明する。

【0005】図11において、右カメラと左カメラとの取り付け間隔を s として、右カメラと左カメラとの位置から垂線距離 D にある点 P が撮影される。また、2台のカメラの焦点距離を共に焦点距離 f とすると、点 P の像はそれぞれのカメラについて焦点位置から焦点距離 f 離れた投影面に撮像される。この時、右カメラの像の位置から左カメラの像の位置までの距離は、 $s+t$ となり、この t をずれ量とすると、距離 D は以下の式で求めることができる。

$$D = s \cdot f / t$$

すなわち、ずれ量 t により、距離 D を求めることができる。

【0006】次に、上記ずれ量 t を算出する処理について説明する。図12において、ステレオ光学系100で撮像された左右のアナログ画像データは、それぞれ画像変換部201に入力される。画像変換部201では、上記アナログ画像データをそれぞれデジタル画像データに変換し、ハミング距離計算部202に出力する。このハミング距離計算部202では、画像変換部201からの左右の画像データに対し、左右の画像のずれ量を決定するハミング距離 H を画素を1つずつずらしながら次々と計算する。次に、最小・最大値検出部203では、ハミング距離計算部202で計算されたハミング距離 H の中から、ハミング距離 H の最小値 H_{min} および最大値 H_{max} を検出し、最小値 H_{min} となるずれ量を、求めるずれ量 t とする。

【0007】このように、当該距離検出装置では、車両に搭載したステレオカメラで撮像した2枚の画像を処理

して上記ずれ量 t を求めることにより、障害物等の三次元位置を計測し、上記障害物との衝突・接触の可能性を判断して警報を発する等の運転支援を行うことができる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような車載のステレオ光学系で撮像した画像による画像認識技術を用いた距離検出装置では、上記ステレオ光学系を構成する複数のカメラの、車両に取り付ける角度、方向等を互いに合わせなければならなかった。したがって、上記車両に取り付ける角度、方向、間隔等は、厳しい精度が要求され、また、その取り付け位置データを予めステレオ画像処理装置に入力しなければならないため、ステレオ光学系を形成することが困難であった。また、上述したように、ハミング距離 H の計算では、同一像を検出するために右画像に対して左画像が探索され、これを右画像全部について処理される必要がある。また、ハミング距離 H の計算では、上記探索を画素を1つずつずらしながらこの処理を繰り返さなければならないため、計算量が非常に多くハードウェアの構成も複雑となる。また、障害物との距離を運転者に伝える手段は、距離数値や実際の障害物とはかけ離れた画像等が使われることが多いため、距離感を運転者にイメージさせるにできなかった。

【0009】それ故に、本発明の目的は、車両への撮像装置の取り付けが容易であり、画像処理に要する計算量も少なく、運転者に障害物との距離感覚を確実に伝達できる駐車支援装置を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段および発明の効果】上記目的を達成するために、本発明は、以下に述べるような特徴を有している。第1の発明は、駐車時に車両周辺を撮像し、その撮像された画像から車両周辺の立体物の情報を運転者に伝達する駐車支援装置であって、車両の移動中に、単一のカメラによって、異なる第1および第2の地点での周辺画像を、時系列的に視差付けされた第1および第2の画像として撮像する撮像装置と、第1および第2の画像から、それぞれの画像に撮像された立体物を検出し特定する立体物特定部と、第1の地点から第2の地点までの車両の移動データを算出する車両位置算出部と、立体物の第1および第2の画像上での位置と、車両の移動データとを用いて、車両から立体物までの距離を算出する立体物距離算出部と、撮像装置によって撮像された画像および立体物距離算出部で算出されたデータに基づいて、運転者に伝達するための第3の画像を生成する画像生成部とを備える。

【0011】第1の発明によれば、単一の撮像装置によって、車両周辺を異なった2地点から時系列的に視差付けされた2つの画像を撮像し、上記2地点間の車両の移動データを算出することにより、2つの画像に撮像され

た立体物に対して三角測量の原理で正確に上記立体物までの距離を算出することができる。これにより、撮像装置は1つで構成することができ、従来の距離検出装置を構成する2つの撮像装置で必要であった、互いの取り付け角度、方向、間隔等を合わせなくてよく、容易に撮像装置を車両に取り付けることができる。また、立体物距離算出部で算出されるデータは、車両からの距離が正確に算出されているため、第3の画像内では歪むことなく正確な距離で表示することができる。さらに、上記距離データを付加した画像を運転者に伝達することにより、運転者に上記車両から上記立体物までの距離感覚を掴みやすくさせることができる。

【0012】第2の発明は、第1の発明に従属する発明であって、立体物距離算出部は、第1および第2の画像から、それぞれの画像に撮像された立体物のエッジを検出し、第1および第2の画像に撮像された同一のエッジの座標データと、車両の移動データとを用いて、車両から立体物のエッジまでの距離を算出する。

【0013】第2の発明によれば、車両の複雑な動きに対しても、2つの画像における同一のエッジの座標データと、車両の移動データとから容易に立体物までの距離を算出することができる。

【0014】第3の発明は、第2の発明に従属する発明であって、立体物距離算出部は、車両の移動データを用いて、第1および第2の画像に撮像された同一のエッジの位置を予想し、予想されるエッジの位置を画像分析することにより同一のエッジを検出する。

【0015】第3の発明によれば、車両の移動データが予め算出されているため、2つの画像同士の撮像位置関係は明確になっている。これにより、それぞれの画像内のどの部分に同一のエッジが撮像されているか予想することが可能であるため、2つの画像の中で、同一のエッジを探索する計算については、予想される部分を画像分析することにより、従来より計算量を少なくすることができ、ハードウェアの構成も簡単にすることができる。

【0016】第4の発明は、第1の発明に従属する発明であって、画像生成部は、撮像装置で撮像された画像を車両上方からの鳥瞰図画像に変換し、鳥瞰図画像に、立体物距離算出部で算出されたデータを付加して第3の画像を生成する。

【0017】第4の発明によれば、上記車両の上方から見た鳥瞰図画像に、上記立体物までの距離データを付加し運転者に伝達することにより、運転者に上記車両から上記立体物までの距離感覚を掴みやすくさせることができる。

【0018】第5の発明は、第4の発明に従属する発明であって、画像生成部は、立体物距離算出部で算出されたデータの中から、車両に近い部位を視覚的に強調することの特徴とする。

【0019】第5の発明によれば、立体物距離算出部で

算出されたデータの中から、車両に近い部位に、色や線幅等を他の画像と容易に判別できるように強調表示することにより、さらに、運転者に接近している立体物に対する注意を促すことができる。

【0020】第6の発明は、第4の発明に従属する発明であって、画像生成部は、立体物距離算出部で算出されたデータを立体物モデルに変換した後、鳥瞰図画像に立体物モデルを付加して第3の画像を生成する。

【0021】第6の発明によれば、実際の画像に近いモデルを立体物として鳥瞰図画像に貼り付け表示することにより、さらに、運転者に立体物に対する注意を促すことができ、上記立体物との距離感覚をさらに掴みやすくさせることができる。

【0022】第7の発明は、第4の発明に従属する発明であって、画像生成部は、第3の画像に車両のモデルをさらに付加することを特徴とする。

【0023】第7の発明によれば、運転者の車両に撮像装置を搭載している場合、上記撮像装置では運転者の車両の全容を撮像することができず、運転者は第3の画像のみでは上記車両と立体物との距離感覚が掴みにくい。したがって、上記車両の車両モデルを上記第3の画像に固定して表示することにより、運転者に上記車両と上記立体物との距離感覚を掴みやすくさせることができる。

【0024】第8の発明は、第1の発明に従属する発明であって、立体物特定部は、第1の画像を第2の地点に射影変換した第4の画像を生成し、第4の画像と第2の画像との差分により、立体物を検出し特定する。

【0025】第9の発明は、第1の発明に従属する発明であって、立体物特定部は、第2の画像を第1の地点に射影変換した第4の画像を生成し、第4の画像と第1の画像との差分により、立体物を検出し特定する。

【0026】第8および第9の発明によれば、実際に撮像した画像と、他の地点で撮像した画像を射影変換した画像とを差分することにより、立体物に対する歪み部分が残るため、容易に画像内の立体物を検出し特定することができる。

【0027】第10の発明は、第1の発明に従属する発明であって、車両の移動データは、車両の直線移動距離と車両の回転角度とを含み、車両位置算出部は、車両に取り付けられた舵角センサとパルスカウンタを介した車輪速センサとからのデータに基づいて、移動距離と回転方向とを算出する。

【0028】第10の発明によれば、舵角センサによる車両回転角度と車輪速センサによる車輪回転数とから、車両移動データとして、車両の直線移動距離と回転角度とを算出することができる。

【0029】第11の発明は、第1の発明に従属する発明であって、撮像装置は、車両の後方に向けて取り付けられる。

【0030】第11の発明によれば、運転者の死角とな

りやすく、駐車時に視野の使用頻度が高い車両後部に撮像装置を取り付けることにより、運転者の死角が減少し、また駐車時に有効に利用することができる。また、後方の視野が狭く死角が多い大型車両の後部に上記撮像装置を取り付けることにより、さらに効果が期待できる。

【0031】第12の発明は、第1の発明に従属する発明であって、第3の画像を、運転者に伝達するディスプレイをさらに備える。

【0032】第12の発明によれば、運転者に第3の画像をディスプレイで伝達することにより、その画像は現実の画像に近似しているため、距離感覚を運転者に掴みやすくさせることができる。

【0033】第13の発明は、第1の発明に従属する発明であって、立体物距離算出部で算出される車両から立体物までの距離が、予め設定された距離より短いときに、音を発生するスピーカ装置をさらに備える。

【0034】第14の発明は、第1の発明に従属する発明であって、立体物距離算出部で算出される車両から立体物までの距離が、予め設定された距離より短いときに、光を発生する発光装置をさらに備える。

【0035】第13および第14の発明によれば、上記第3の画像に加えて、予め車両との接触の危険性に応じて設定されたしきい値以下の距離に上記車両が立体物に接近した場合に、音あるいは光により運転者にさらに伝達することにより、運転者に対して上記立体物への接触に関する警告を与えることができる。

【0036】第15の発明は、第1の発明に従属する発明であって、撮像装置は、車両の運転者の手動操作にตอบสนองして撮像を開始する。

【0037】第15の発明によれば、運転者の手動操作により撮像装置の撮像が開始されるので、運転者は駐車支援が必要な時のみ駐車支援装置を作動させることができる。

【0038】第16の発明は、第1の発明に従属する発明であって、撮像装置は、予め設定された走行速度に車両が減速したときに撮像を開始する。

【0039】第17の発明は、第1の発明に従属する発明であって、撮像装置は、車両が後退するときに撮像を開始する。

【0040】第16および第17の発明によれば、車両の走行速度や後退を検知することにより、車両の状態が駐車モードか否か判定できるため、上記車両が駐車モードの場合のみ自動的に駐車支援装置を作動させることができる。

【0041】

【発明の実施の形態】図1～図10は、本発明の実施形態に係る駐車支援装置を説明する図である。なお、図1は当該駐車支援装置の全体構成図、図2は当該駐車支援装置の回路ブロック図、図3は当該駐車支援装置の全体

の動作を示すフローチャート、図4は立体物の特定の動作を示すフローチャート、図5は立体物の特定のための画像処理方法を示す説明図、図6は立体物までの距離算出の動作を示すフローチャート、図7は立体物からエッジ検出する説明図、図8は車両直進時の立体物との距離算出方法を示す説明図、図9は回転を含んだ車両移動時の立体物との距離算出方法を示す説明図、図10は運転者に立体物との距離を伝達するための画像作成方法を示す説明図である。以下、図1～図10を参照して、本発明の実施形態について説明する。

【0042】図1において、本発明の実施形態に係る駐車支援装置は、自動車などの車両1に搭載されており、撮像装置10と画像処理装置20とディスプレイ30と舵角センサ40と車輪速センサ50とパルスカウンタ60とを備えている。また、当該駐車支援装置は、その作動を制御する作動制御装置（図示しない）を備えている。撮像装置10は、例えば電荷結合素子（CCD）等の固体撮像素子を用いた1台のカメラにより構成され、上記カメラが車両1の後方に向けて取り付けられる。上記カメラで撮像された画像は、画像処理装置20に入力される。また、舵角センサ40は、車両1の舵輪角度データを検出するために取り付けられており、舵角センサ40で検出された舵角データが画像処理装置20に入力される。また、車輪速センサ50は、車両1の走行距離を検出するために取り付けられており、車輪速センサ50で検出された車輪回転数データがパルスカウンタ60を介して画像処理装置20に入力される。

【0043】画像処理装置20は、入力されたデータを用いて、車両1後方の立体物が特定されたデータと車両1から上記立体物までの距離とを算出する。次に、画像処理装置20は、上記画像を運転者が上記立体物との距離感覚が掴みやすい上方からの鳥瞰図画像に変換した後、上記鳥瞰図画像に上記立体物の特定および距離データを付加し、ディスプレイ30に上記鳥瞰図画像を表示する。なお、ディスプレイ30については、車両1が予め設定したしきい値以下の距離まで上記立体物に接近した時に、運転者に警告を与えるためのスピーカ装置や発光装置等を併設してもかまわない。

【0044】次に、画像処理装置20の内部構成について説明する。図2において、画像処理装置20は、アナログデジタルコンバータ（以下ADCと称す）21、フレームメモリ22および23および27、CPU24、RAM25、ROM26、コントローラ28を備えている。ADC21は、撮像装置10で撮像されたアナログ画像をデジタル画像に変換し、そのデジタル画像データをフレームメモリ22および23に送る。フレームメモリ22および23は、上記デジタル画像データを記憶しCPU24に送る。なお、フレームメモリ22および23には、それぞれ異なった地点で撮像された画像データが記憶される。ROM26は、画像変換や車両1の移動

位置を算出するプログラム等を記憶しており、そのプログラムをRAM25に展開する。また、RAM25は、上記移動位置の算出等のワークエリアとして使われる。CPU24は、前述したデジタル画像データと舵角データと車輪回転数データとを用いて、RAM25上のプログラムにしたがって画像処理する。この画像処理では、車両1後方の上記立体物が特定されたデータと車両1から上記立体物までの距離とを算出し、上記デジタル画像をそれらのデータが付加された上方からの鳥瞰図画像に変換する。その後、上記鳥瞰図画像は、フレームメモリ27に記憶され、コントローラ28で制御される表示タイミングにしたがってディスプレイ30に出力され、ディスプレイ30に表示される。

【0045】次に、画像処理装置20の全体の動作について、フローチャートを用いて説明する。なお、各ステップの詳細については後述で説明する。図3において、CPU24は、運転者が当該駐車支援装置の作動制御装置である作動SWをONしたか否かを判断する（ステップS110）。上記作動SWがONされている場合、CPU24は作動を開始し、ステップS120に進む。上記作動SWがOFFの場合、当該駐車支援装置は動作せず終了する。次に、CPU24は、車両後方が撮像された画像内で立体物を特定し（ステップS120）、特定された上記立体物に対して、上記車両から上記立体物までの距離を算出する（ステップS130）。その後、CPU24は、上記車両後方が撮像された画像を、上記車両上方からの鳥瞰図画像に変換する（ステップS140）。そして、CPU24は、上記鳥瞰図画像に上記立体物が特定されたデータと上記車両から上記立体物までの距離のデータを加え、上記立体物を上記鳥瞰図画像内で強調表示し、運転者に伝達する（ステップS150）。最後に、CPU24は、運転者が上記作動SWをOFFしたか判断する（ステップS160）。上記作動SWがOFFされている場合は、当該駐車支援装置の動作は終了し、上記作動SWが継続してONされている場合は、CPU24はステップS120からの動作を繰り返す。

【0046】なお、上記作動制御装置については、上記車両の変速機のリバース信号や予め設定されたしきい値以下に上記車両速度が減速したことを検出することにより、自動的に当該駐車支援装置が作動を開始するようにしてもよい。また、ステップS160の当該駐車支援装置の作動終了についても、上記車両のキーSWのOFFと連動させてもいいし、CPU24が予め設定されたしきい値以上に上記車両速度が到達したことを検出することにより、自動的に当該駐車支援装置が作動を終了するようにしてもよい。

【0047】次に、上述した各ステップの詳細について説明する。まず、図3におけるステップS120の立体物の特定方法について、図2および図4および図5を用

いて説明する。

【0048】前述したように、図4は、図3のステップS120の立体物の特定方法を示すサブルーチンを表すフローチャートである。図2および図4において、まず、撮像装置10は、車両がa地点にある時に撮像したアナログ画像Aを、ADC21に送り、ADC21は上記アナログ画像Aをデジタル画像Aに変換した後、上記デジタル画像Aをフレームメモリ22に記憶する（ステップS121）。次に、CPU24は、上記車両に取り付けられている舵角センサ40からの舵角データと車輪速センサ50からの車輪回転数データとを用いて、上記車両がa地点からb地点まで移動したときの、上記車両の直線移動距離 ΔD と上記車両の回転角度Rとを算出する（ステップS122）。その後、CPU24は、上記車両の直線移動距離 ΔD が予め設定したしきい値以上か否かを判断する（ステップS123）。CPU24は、a地点からb地点までの上記車両の直線移動距離 ΔD が予め設定されたしきい値未満の場合は、ステップS122を繰り返す、直線移動距離 ΔD が上記しきい値以上の場合は、ステップS124に進む。次に、撮像装置10は、車両がb地点にある時に撮像したアナログ画像Bを、ADC21に送り、ADC21は上記アナログ画像Bをデジタル画像Bに変換した後、上記デジタル画像Bをフレームメモリ23に記憶する（ステップS124）。

【0049】ステップS125以降については、図5を用いて説明する。図5(a)は前述した画像Aを、図5(b)は画像Bを示しており、それぞれの画像AおよびBは、立体物2と地面に描かれている白線3aおよび3bとを含んでいる。CPU24は、ステップS122で求められた直線移動距離 ΔD と回転角度Rとを用いて、上記車両がa地点にある時に撮像された画像Aを、b地点に射影変換し画像Cを生成する（ステップS125）。すなわち、CPU24は、上記車両がa地点にある時に撮像された画像Aを、上記車両の移動データを用いてb地点から撮像されたように画像変換し、画像Cを算出することになる。図5(c)は、このようにして作成された画像Cを示している。図5(b)と図5(c)とを比較すると、図5(c)で示される画像Cは、地面に描かれた白線3aおよび3bは画像Bと一致するように変換されるが、立体物2は歪んだ形状に変換される。これは、画像Aを用いた上記射影変換は、立体物2が白線3aおよび3bと同一平面にあるように見なし、変換するためである。

【0050】次に、CPU24は、画像Bと画像Cとの差分を算出する（ステップS126）。図5(d)は、画像Bと画像Cとの差分が算出された結果である。前述したように、画像Cは立体物2に歪みが生ずるため、画像Bの立体物2との差が領域4aおよび4bとして残る。また、白線3aおよび3bは、差分の結果では残ら

ない。すなわち、画像Bと画像Cとが差分されることにより、CPU24は立体物2のみ特定することができる。その後、CPU24は、上述のように特定された立体物データを出力する(ステップS127)。

【0051】次に、図3におけるステップS130の車両から立体物までの距離算出方法について、図2および図6～図9を用いて説明する。なお、前述したように、図6は、図3のステップS130の車両から立体物までの距離算出方法を示すサブルーチンを表すフローチャートである。

【0052】図2および図6において、CPU24は、フレームメモリ22に記憶された画像Aのデータと、フレームメモリ23に記憶された画像Bのデータと、前述のように算出された立体物が特定されたデータとを用いて、それぞれの画像AおよびB内で特定された上記立体物に対してエッジ検出を行う(ステップS131)。図7は、車両1を特定された上記立体物とし、車両1がエッジ検出された画像の一例である。車両1の画像は、画像内の輝度分布パターン(色を用いてもかまわない)が分析され、隣接画素間の輝度差が予め設定されたしきい値以上で判定されることにより、図7(a)のように複数のエッジ6a～6fが検出される。図7(b)は、抽出されたエッジ6a～6fのみを分かりやすく表示した図である。このように、CPU24は、画像AとBとを特定された上記立体物に対してエッジ検出し、次のステップS132に進む。

【0053】図6において、CPU24は、前述のステップS131で画像AおよびB内で検出された上記エッジの中から、同一エッジを検出する(ステップS132)。この同一エッジの検出は、従来のハミング距離の算出等の方法を用いて、画像内の輝度あるいは色のパターンが画像AとBとの間で比較されることにより行われる。ただし、CPU24は、それぞれの画像AおよびBが撮像された地点と角度とが、既に上記車両の直線移動距離 ΔD と上記車両の回転角度 R として算出しているために、画像Aのエッジが画像Bのどの部分にあるか予測が可能であるので、予測される部分を画像分析することにより、上記同一エッジの検出に要する計算量は従来より少なくなる。

【0054】次に、CPU24は、上記ステップS132で検出された上記同一エッジに対して、それぞれの画像内での距離を算出する(ステップS133)。この距離は、それぞれの画像の中心位置を基準として、各エッジまでの距離あるいは座標等として算出される。

【0055】ステップS134については、図8および図9を用いて説明する。図8は、前述したように、上記車両直進時(または後進時)における上記車両から立体物までの距離算出方法である。すなわち、上記車両が回転移動を含まずにZ方向に移動する場合の距離算出方法である。以下、図8を用いて、当該距離算出方法につい

て説明する。

【0056】図8において、当該距離算出方法を、撮像装置10が搭載された上記車両から立体物7のエッジ上の点Pまでの距離Dを算出する方法として説明する。ここで、立体物7aおよびそのエッジ上の点Paは、a地点にある上記車両に対する立体物7および点Pの位置を示している。また、立体物7bおよびそのエッジ上の点Pbは、b地点にある上記車両に対する立体物7および点Pの位置を示している。すなわち、図8は、撮像装置10の位置を基準にした場合、上記車両がa地点からb地点まで直線移動距離 ΔD だけ移動したために、上記立体物7aおよび点Paが直線移動距離 ΔD だけ移動し、立体物7bおよび点Pbの位置に変わったことを示している。本来、図8には、立体物7を固定し、撮像装置10が搭載された上記車両がZ方向に直線移動距離 ΔD だけ移動した図が記載されるべきであるが、説明を簡単にするために、撮像装置10の位置を固定して、立体物7および点Pが直線移動距離 ΔD だけ移動したように記載し説明する。

【0057】また、撮像装置10の焦点距離をfとすると、立体物7および点Pの像は、撮像装置10の焦点位置から焦点距離f離れた投影面に写る。すなわち、立体物7aおよび点Paの像は、それぞれ立体物7'aおよび点P'aとして上記画像Aに写る。また立体物7bおよび点Pbの像は、それぞれ立体物7'bおよび点P'bとして上記画像Bに写る。なお、図8には、説明を簡単にするために、画像AおよびBを合成した画像を記載しているが、当該駐車支援装置の動作では上記画像の合成はしなくてもかまわない。

【0058】次に、上記車両から立体物7のエッジ上の点Pまでの距離Dの算出方法を説明する。撮像装置10により撮像された画像AおよびBのそれぞれの中心をOとし、それぞれの画像内の中心Oから点P'aまでの距離をu、点P'aから点P'bまでの距離をvとすると、距離Dは、 $D = \Delta D \cdot u / v$ となる。ここで、上記車両の直線移動距離 ΔD は、前述のステップS122で求められているので、CPU24はそれぞれの画像内で点Pの距離を算出すれば、撮像装置10から点Pまでの距離を算出することができる。なお、上記エッジは点の集まりと考えられるため、CPU24は前述のように点Pまでの距離算出をエッジ全体に行うことにより、上記車両から上記エッジまでの上記エッジ全体の距離分布を算出することができる。

【0059】図9は、前述したように、上記車両が回転を含んだ移動をした時の、上記車両から上記立体物までの距離算出方法を示す説明図である。以下、図9を用いて、当該距離算出方法について説明する。

【0060】図9において、車両1は、a地点からb地点に直線移動距離 ΔD と回転角度 R (図示せず)との移動をしたことを示しており、それぞれa地点の車両1を

車両1 a、b地点の車両1を車両1 bとして記載されている。また、車両1は、撮像装置10が搭載されており、a地点における撮像装置10 aの光軸座標をX a、Y a、Z aとし、b地点における撮像装置10 bの光軸座標をX b、Y b、Z bとする。ここで、Z方向は撮像装置10の光軸方向であり、X方向は水平方向、Y方向は垂直方向を示している。また、距離算出対象物は、立体物7のエッジ上の点Pであり、以下、車両1 bから点Pまでの距離D bを算出する方法について説明する。

【0061】前述したように、CPU 24は、ステップS122で上記車両の回転角度Rと直線移動距離ΔDとを算出しており、回転角度Rを3×3の正規直交行列で表し、直線移動距離ΔDをオフセットベクトルで表すと、次のようになる。

【数1】

$$\left(r_{11} \frac{x \cdot a}{f} + r_{12} \frac{y \cdot a}{f} + r_{13} \right) D a + r_{14} = \frac{x \cdot b}{f} D b$$

【数4】

$$\left(r_{21} \frac{x \cdot a}{f} + r_{22} \frac{y \cdot a}{f} + r_{23} \right) D a + r_{24} = \frac{y \cdot b}{f} D b$$

【数5】

$$\left(r_{31} \frac{x \cdot a}{f} + r_{32} \frac{y \cdot a}{f} + r_{33} \right) D a + r_{34} = D b$$

の関係式が導かれる。この方程式を使って、距離D bを求めると、

【数6】

$$D b = \left\{ \frac{(r_{31} x \cdot b - f r_{11})(r_{31} x \cdot a + r_{32} y \cdot a + f r_{33})}{r_{11} x \cdot a + r_{12} y \cdot a + f r_{13} - x \cdot b (r_{31} x \cdot a + r_{32} y \cdot a + f r_{33})} \right\} + r_{14}$$

となる。

【0062】このように、上記車両が回転を含んだ移動をした場合でも、CPU 24は2地点におけるそれぞれの画像内の点Pの座標を算出し、2地点間の直線移動距離ΔDと回転角度Rとのデータから、上記車両から点Pまでの距離を算出することができる。なお、前述としたように、上記エッジは点の集まりと考えられるため、CPU 24は点Pまでの距離算出をエッジ全体に行うことにより、上記車両から上記エッジまでの上記エッジ全体の距離分布を算出することができる。

【0063】このように、CPU 24は、上記車両の回転角度Rと直線移動距離ΔDとを用いて、上記車両から上記エッジまでの距離を算出する(ステップS134)。

【0064】次に、CPU 24は、ステップS131で検出された上記エッジについて、全て上記車両からの距離算出が終了したか確認する(ステップS135)。全ての上記エッジに対して、距離算出が終了していない上記エッジがある場合は、ステップS136に進む。

【0065】そして、CPU 24は、距離算出が終了していない上記エッジが、ステップS132で同一エッジとして検出されたエッジか確認し(ステップS13

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix}$$

【数2】

$$\Delta D = (r_{14} \ r_{24} \ r_{34})$$

ここで、a地点における撮像装置10 aにより撮像された画像A内の点Pの座標を(x' a、y' a)とし、b地点における撮像装置10 bにより撮像された画像B内の点Pの座標を(x' b、y' b)とする。また、撮像装置10の焦点距離をfとし、a地点の撮像装置10 aから点Pまでの距離をD a、b地点の撮像装置10 bから点Pまでの距離をD bとすると、

【数3】

6)、同一エッジとして検出されたエッジの場合、ステップS133からのフローを繰り返す。また、CPU 24は、距離算出されていないエッジが、一方の画像で検出されたエッジのみになった場合は、ステップS137に進み、上記エッジを画像から消去し、ステップS138に進む。

【0066】最後に、CPU 24は、前述のように算出された上記車両から各エッジまでの距離データとその形状データとを出力し(ステップS138)フローを終了する。

【0067】次に、図3におけるステップS140の上記車両の上から見た画像αの作成方法について説明する。図2において、CPU 24は、フレームメモリ23に記憶された画像Bのデータを用いて、この画像Bにアフィン変換等の画像変換処理を加えることにより、上記車両の上から見た鳥瞰図画像αに変換する(ステップS140)。この時、前述したように、画像B内の立体物は、画像αに歪んだ形状で変換されるが、CPU 24は既に特定された立体物として他と区別して検出しているので、そのデータを利用して上記立体物を画像αから削除する。

【0068】次に、図3におけるステップS150の車両の上から見た画像αに立体物を強調表示する方法について説明する。図10は、前述したように、当該強調表

示により作成された画像を説明する図である。以下、図10を用いて当該強調表示方法について説明する。

【0069】図10(a)は、前述したb地点から撮像装置10により撮像された画像Bを示している。なお、画像Bには、立体物2aおよび2bと地面に描かれた白線3とが撮像されている。前述したステップS140では、CPU24は、この画像Bを上記車両の上から見た鳥瞰図画像αに変換しているが、立体物2aおよび2bは歪んだ形状に変換され正確に表すことができないため、上記立体物を画像αから削除している。そこで、CPU24は、画像αに上記立体物を現実の距離感覚に合った形状に強調表示して追加する(ステップS150)。ここでは、CPU24は、前述したステップS138で出力される上記立体物のエッジまでの距離データとその形状データとを用いて、上記立体物を画像αに追加する。以下、画像αに追加される立体物データについて説明する。

【0070】ここで、上記立体物のまでの距離算出ステップS130で、CPU24は、上記立体物のエッジを検出し、全てのエッジに対して上記車両からの距離を算出している。ステップS150では、CPU24は、このエッジ形状データと上記車両から各エッジまでの距離データとを、画像αに追加する。図10(b)は、立体物2aおよび2bのエッジデータ80aおよび80bを、画像αに追加した画像βである。エッジデータ80aおよび80bは、上記車両からの距離が正確に算出されているため、画像β内においても歪むことなく正確に表示される。また、CPU24は、画像βに表示するエッジデータ80aおよび80bの中で、上記車両に近いエッジやエッジ先端部を、色あるいは線幅等を他の画像と容易に判別できるように強調表示することにより、運転者に注意を促すようにしてもよい。

【0071】なお、車両モデル90は、上記車両の位置および寸法を表示している。ここで、上記車両は、上記撮像装置が搭載されているため、上記撮像装置では上記車両の全容を撮像することができない。したがって、画像βには上記車両の画像が撮像されないため、運転者は、エッジデータ80aおよび80bと上記車両との距離感覚が掴みにくい。そこで、運転者に上記距離感覚を掴みやすくさせるために、CPU24は、画像βに車両モデル90を固定して表示する。この車両モデル90は、予め上記撮像装置と上記車両との取り付け位置データ、および上記車両の寸法データを設定することにより作成される。また、CPU24は、上述した舵角センサ40のデータを用いて、上記車両に対する誘導経路と走行予想軌跡91とを、画像βに表示してもかまわない。なお、このようにして作成された画像βは、図2におけるCPU24から出力され、フレームメモリ27に記憶される。

【0072】図10(c)は、画像βをさらに運転者の

距離感覚を掴みやすくした画像γである。この画像γは、画像βのエッジデータ80aおよび80bに代えて、立体物モデル81aおよび81bが貼り付け表示されている。この立体物モデル81aおよび81bは、CPU24がエッジデータ80aおよび80bの形状等により立体物の種類を判別し、予め駐車時に想定される車両、壁、柱、人等の立体物モデルを記憶した立体物モデル集から選出する。なお、立体物の種類判別が困難な部位については、立体物領域として表示してもいいし、エッジデータのままだまかまわない。このように、画像βに、実際の画像に近い立体物モデルが立体物として貼り付け表示されることにより、運転者は上記立体物と上記車両との距離感覚がさらに掴みやすくなる。また、CPU24は、上述した舵角センサ40のデータを用いて、上記車両に対する誘導経路と走行予想軌跡91とを、画像γに表示してもかまわない。なお、このように作成された画像γも、図2におけるCPU24から出力され、フレームメモリ27に記憶される。

【0073】前述した画像βおよび画像γのどちらがCPU24から出力されるかの判断は、運転者の意志により切り替えるようにしてもいいし、上記エッジデータと上記立体物モデルとの一致状況により、CPU24が自動判断し出力するようにしてもいい。

【0074】このように、本発明の実施形態に係る駐車支援装置では、単眼の撮像装置を車両に固定し、2地点から時系列的に異なった画像を撮像することにより、立体物に対して三角測量を行う。したがって、当該駐車支援装置は、従来の距離検出装置を構成する2つの撮像装置で必要であった、車両への取り付け角度、方向、間隔等の厳しい取り付け精度が必要なく、撮像装置も1つで構成することができる。また、2つの画像内で同一の像を探索する計算についても、当該駐車支援装置では、車両の移動距離、方向等が予め算出されているため、画像内で上記像が表示されている場所が推定することが可能であり、この推定により従来より計算量を少なくすることができ、ハードウェアの構成も簡単にすることができる。さらに、運転者に立体物データを伝える装置は、車両周辺を鳥瞰図画像で表現し、立体物も正確な距離で、かつ、歪みのない画像で表現できるため、上記車両と上記立体物との距離感覚を運転者に掴みやすくさせることができる。また、撮像装置を死角の多い大型車両の後部に取り付けることにより、さらに、当該駐車支援装置を有効に活用できることは言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係る駐車支援装置の全体構成図である。

【図2】本発明の実施形態に係る駐車支援装置の回路ブロック図である。

【図3】本発明の実施形態に係る駐車支援装置の全体の動作を示すフローチャートである。

【図4】本発明の実施形態に係る駐車支援装置の立体物の特定の動作を示すフローチャートである。

【図5】本発明の実施形態に係る駐車支援装置の立体物の特定のための画像処理方法を示す説明図である。

【図6】本発明の実施形態に係る駐車支援装置の立体物の距離算出の動作を示すフローチャートである。

【図7】本発明の実施形態に係る駐車支援装置の立体物からエッジ検出する説明図である。

【図8】本発明の実施形態に係る駐車支援装置の車両直進時の立体物との距離算出方法を示す説明図である。

【図9】本発明の実施形態に係る駐車支援装置の回転を含んだ車両移動時の立体物との距離算出方法を示す説明図である。

【図10】本発明の実施形態に係る駐車支援装置の運転者に立体物との距離を伝達するための画像作成方法を示す説明図である。

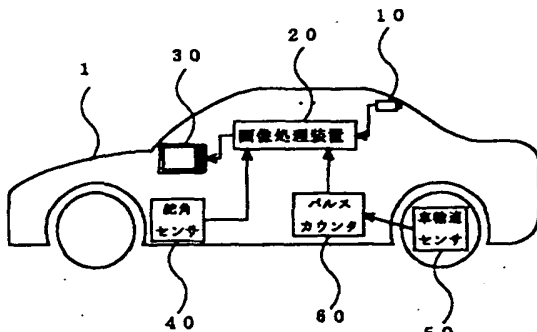
【図11】従来の特開平5-114099号公報で開示された距離検出装置のカメラと被写体との関係を示す図である。

【図12】従来の特開平5-114099号公報で開示された距離検出装置のブロック図である。

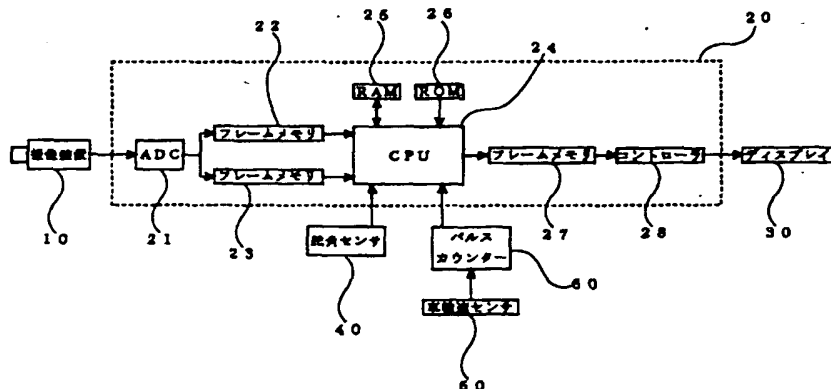
【符号の説明】

- 1、5…車両
- 2、7…立体物
- 3…白線
- 4…領域
- 6、80…エッジ
- 10…撮像装置
- 20…画像処理装置
- 21…ADC
- 22、23、27…フレームメモリ
- 24…CPU
- 25…RAM
- 26…ROM
- 28…コントローラ
- 30…ディスプレイ
- 40…舵角センサ
- 50…車輪速センサ
- 60…パルスカウンタ
- 81、90…モデル
- 91…走行予想軌跡

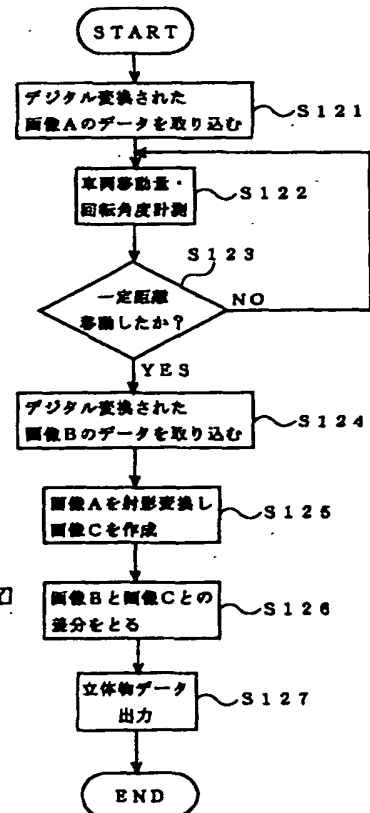
【図1】



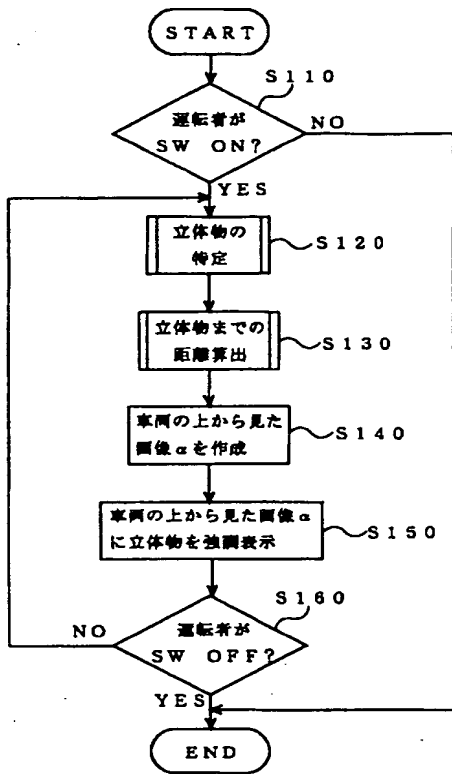
【図2】



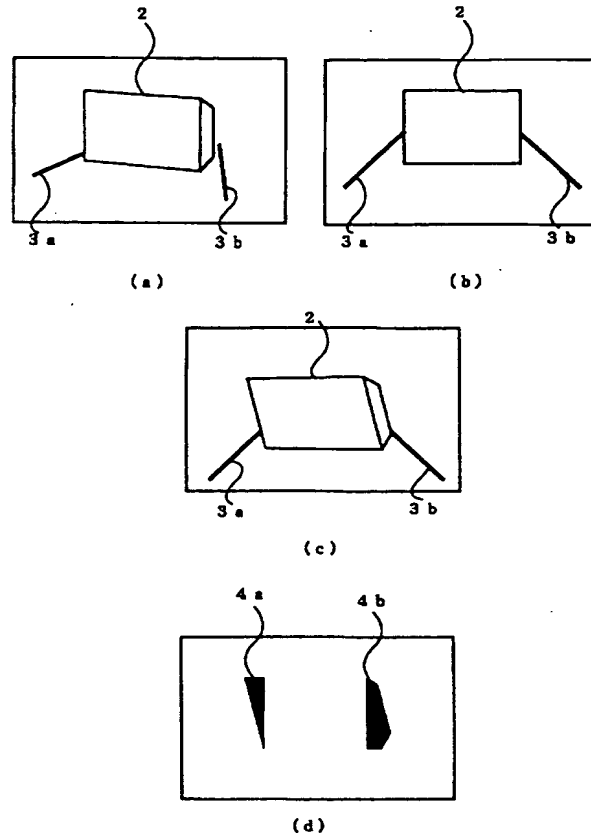
【図4】



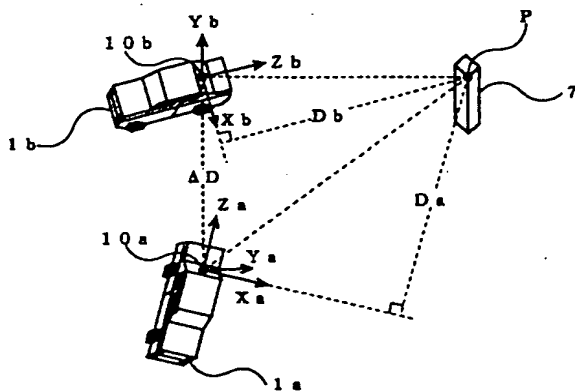
【図3】



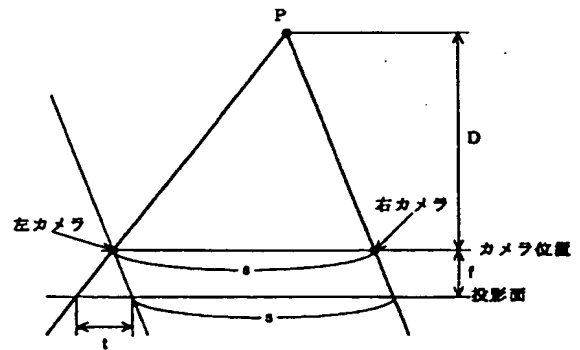
【図5】



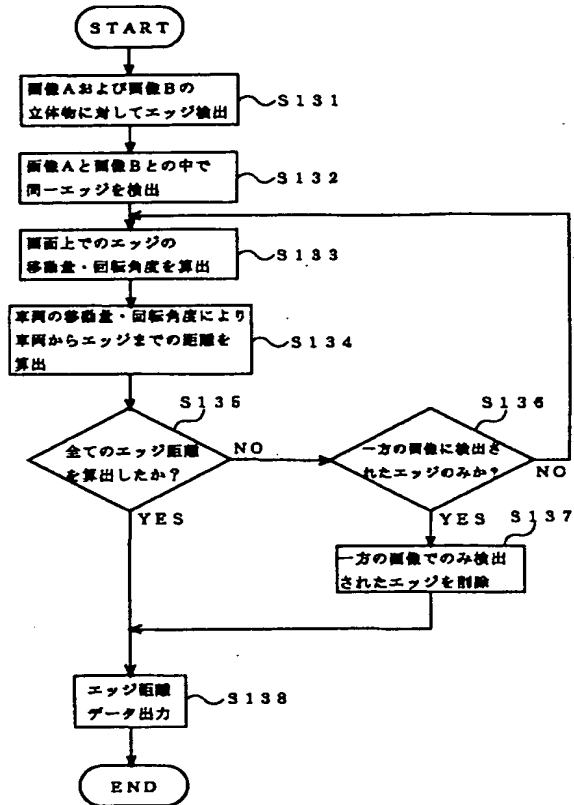
【図9】



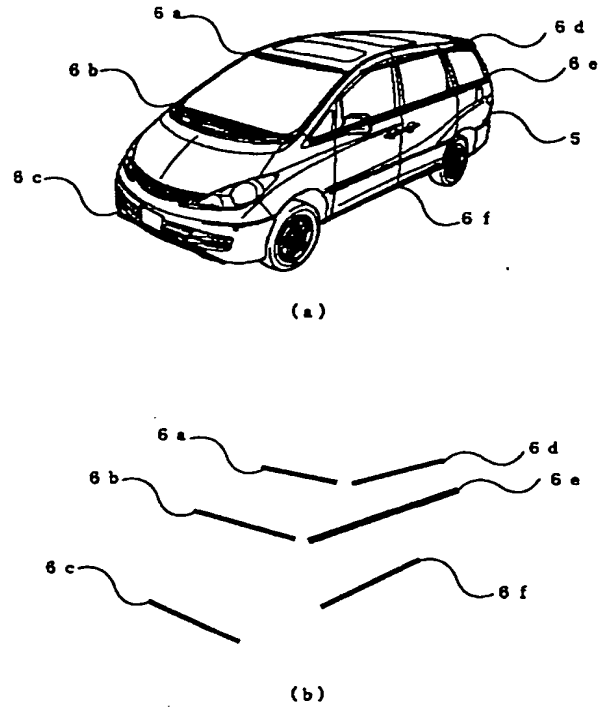
【図11】



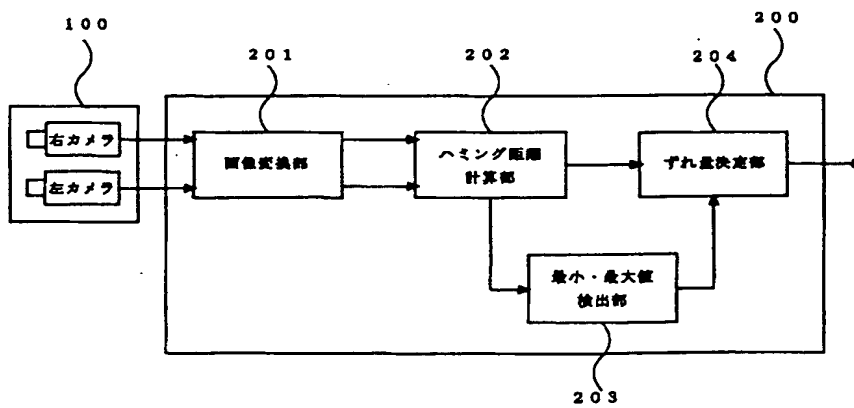
【図6】



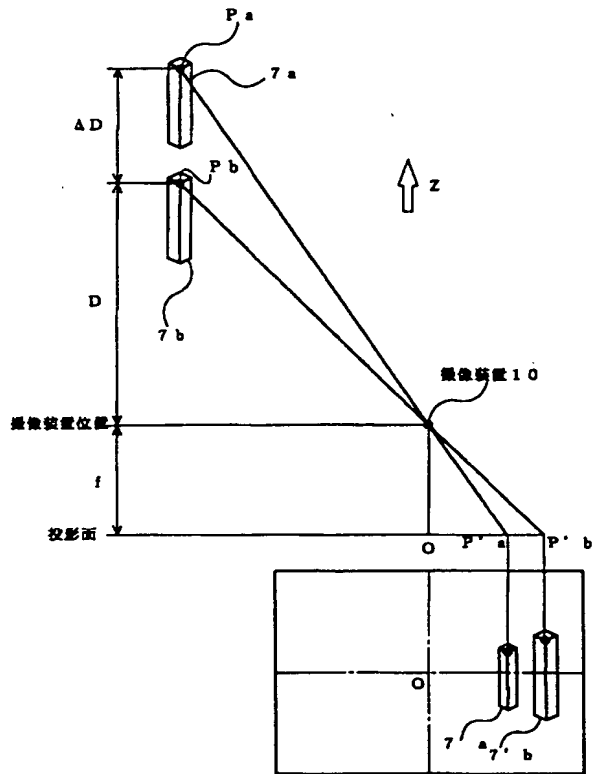
【図7】



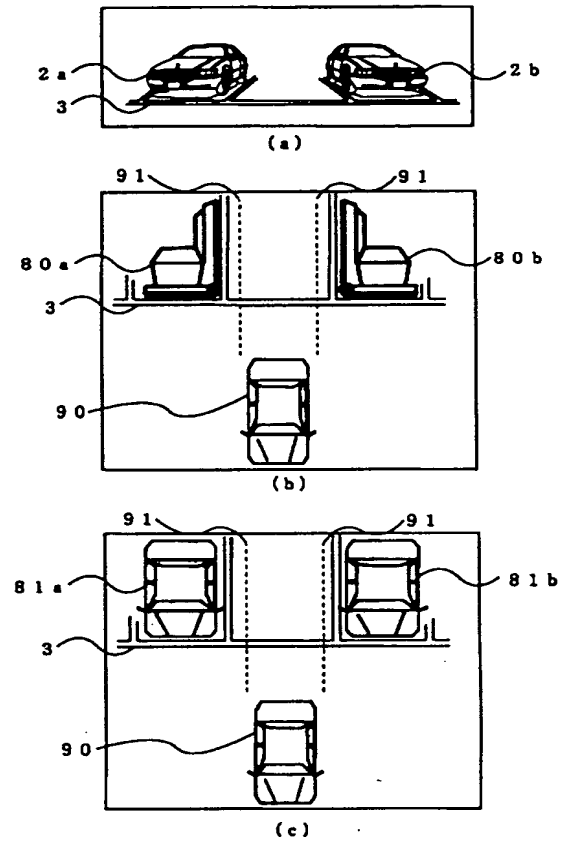
【図12】



【図8】



【図10】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷
 B 60 R 21/00
 G 06 T 7/00
 7/60
 // G 08 G 1/16

識別記号
 6 2 6

180

F I
 B 60 R 21/00
 G 06 T 7/00
 7/60
 G 08 G 1/16

キーワード(参考)

6 2 6 D
 6 2 6 G
 C
 180 B
 C